

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-245122

(43)Date of publication of application : 31.10.1991

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335

G02F 1/1339

G08F 9/30

G09F 9/35

(21)Application number : 02-041019

(22)Date of filing : 23.02.1990

(71)Applicant : HITACHI LTD

(72)Inventor : FURUSAWA TAKEAKI

SAKATA SHINJI

KASAI KENICHI

SAKATA HIROSHI

SAITO NAOTO

OTA HIROYUKI

MATSUMOTO SHINZO

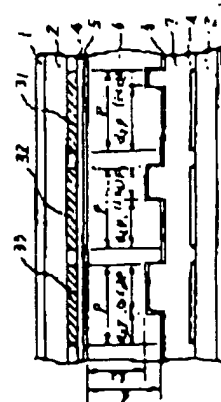
OIDA ATSUSHI

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To minimize the difference in the transmittance of light by a difference in colors and to prevent coloring at the time of a black display by forming  $\geq 2$  kinds of parts which vary in gap thickness in one display picture element of a liquid crystal cell.

CONSTITUTION: Polarizing plates 1, glass substrates 2, transparent electrodes 4, a protective film 7, oriented films 5, color filters red 31, green 32, blue 33 are disposed and a nematic type liquid crystal is injected into the space therebetween. The protective film 7 is formed with steps. The one display picture element is divided to the parts of the two gap thicknesses;  $d_1$  and  $d_2$ . If the ratio of the area of the part of the large gap thickness to one picture element is designated as  $a$ , the  $a$  is changed by each color to  $a_R$  with the picture element of the color filter red,  $a_G$  with the green picture element and  $a_B$  to the blue picture element to the relation  $a_R > a_G > a_B$ . The gap thicknesses are provided by  $\geq 2$  kinds and the ratio of the area of the parts where the gap thickness varies to the area over the entire part of the picture element is adjusted by each color of the picture elements to minimize the difference in the transmittance per color of the picture elements, by which the coloring at the time of the black display is suppressed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

Japanese Laid-open Patent Publication No. 03-245122/1991

(Tokukaihei 03-245122) (Published on October 31, 1991)

[MEANS TO SOLVE THE PROBLEMS]

The foregoing object can be achieved by forming at least two kinds of parts which vary in gap thickness in one display pixel of the liquid crystal area. Further, the following will explain the present invention in detail.

(1) A liquid crystal element comprises liquid crystal cells each of which has a display pixel whose liquid crystal area is broken into at least two portions varying in gap thickness, areas of the two portions being determined with a ratio which varies depending on a color of the display pixel.

(2) In cases where the liquid crystal cells have display pixels of three primary colors: Red, Green and Blue, the liquid crystal area is broken into two portions different in gap thickness, and the difference of gap thickness between the respective portions are specified in each color to satisfy Red>Green>Blue.

Further, in the present invention, the gap thickness refers to a length of a portion of liquid crystal where the light is transmitted. However, in the case of having a spacer for fixing the thickness of the liquid crystal, the length includes the light transmission area of the spacer.

Further, the area of the portion with a gap thickness refers to a certain area in one display pixel where the light is transmitted through a protection film to be actually displayed, after the light is transmitted through a liquid crystal having a specific gap thickness or having a spacer.

#### [EFFECT]

The transmittance  $T$  of liquid crystal is denoted by the following formula.

$$T = \frac{\sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} (1 + X^2)^{\frac{1}{2}} \right\}}{(1 + X^2)} \quad \dots(1)$$

$$X = \frac{2\Delta n d}{\lambda} \quad \dots(2)$$

Where  $\Delta n$  expresses reflectivity aeolotropy of liquid crystal,  $d$  expresses gap thickness of a liquid crystal cell, and  $\gamma$  expresses wavelength of transmission light.

Since  $\Delta n$  seldom depends on wavelength, the transmittance  $T$  only depends on the values of  $\gamma$  and  $d$ . Here, when a display pixel has plural gap thicknesses ( $n$  kinds of gap thickness), which are expressed by  $d_i$  ( $i=1, n$ ), and that the ratio of each thickness to the whole area of the pixel is expressed by  $a_i$  ( $i=1, n$ ), the average transmittance of a pixel may be found by the following

Page 3

Tokukaibei 03-245122

formula.

$$T = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_i \sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} (1 + X_i^2)^{\frac{1}{2}} \right\}}{(1 + X_i^2)}$$

...(3)

$$X_i = \frac{2\Delta n d_i}{\lambda}$$

...(4)

In the foregoing formula, T changes depending on the value of  $\gamma$ ; however, it is possible to obtain the optimal transmittance by selecting an appropriate pair of  $\alpha_i$ .

[EMBODIMENT]

One embodiment of the present invention is described below with reference to Figures 1 and 2.

Figure 1 shows a liquid crystal display element of a twisted-nematic liquid crystal color display device. The liquid crystal display element is made up of a polarizing plate 1, a glass substrate 2, a transparent electrode 4, a protection film 7, an alignment film 5, and color filters 31(R), 32(G) and 33(B), which are placed as in Figure 1. With this structure, nematic liquid crystal is injected between these members. The protection film includes portions different in levels, and each display pixel of the liquid crystal element is broken into two portions D<sub>1</sub> and

$D_2$  which differ in gap thickness. When the ratio of the area having a larger gap thickness to the whole area of one pixel is expressed by  $\alpha$ , the areas of the respective colors, which are denoted by  $\alpha_R$  for Red,  $\alpha_G$  for green and  $\alpha_B$  for blue, are varied to satisfy  $\alpha_R > \alpha_G > \alpha_B$ . Each polarizing plate is placed with the same polarizing direction, and the alignment film 5 creates an angle of  $90^\circ$  or larger between the upper layer and the layer.

The transmittance becomes maximum when a voltage is applied to the transparent electrodes, and becomes minimum when the voltage application is stopped. However, as shown in the formulas (1) and (2), the transmittance depends on wavelength. Figure 2 shows the relation between the transmittance  $T$  and  $\Delta n d$  ( $\Delta n$  expresses reflectivity anisotropy of liquid crystal and  $d$  expresses gap thickness of a liquid crystal cell). With reference to the figure, it is revealed that the value of  $\Delta n d$  at  $T=0$  changes with a change of  $\gamma$ . Since  $\Delta n$  is a constant, the transmittance  $T$  of light having a wavelength  $\lambda$  depends on the gap thickness  $d$ . Here, Table 1 shows transmittance of each wavelength where the gap thickness is unified.

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平3-245122

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)10月31日

G 02 F 1/1335  
1/1338  
G 09 F 9/305 0 5  
5 0 0  
3 1 58108-2H  
9018-2H  
8621-5G\*

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 液晶表示装置

⑯ 特 願 平2-41019

⑰ 出 願 平2(1990)2月23日

⑱ 発 明 者 古 沢 文 晴 千葉県茂原市早野3300番地 株式会社日立製作所茂原工場内

⑲ 発 明 者 坂 田 信 二 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑲ 発 明 者 笠 井 登 一 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑲ 発 明 者 坂 田 寛 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明 願 審

## 1. 発明の名称

液晶表示装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 液晶セル内の、液晶の占める部分のギャップ厚さを一つの表示画面につき二層以上設え、それぞれの表示画面内におけるギャップ厚の異なる部分の面積の比を、表示画面の色調ごとに変化するものとすることを特徴とする液晶表示装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、液晶内の透過光の制御において画面ごとで固有の波長の光を制御する際に、それぞれの画面において最適な透過率を設定できる液晶表示装置に関する。

〔従来の技術〕

従来の装置は、特開昭60-158830号公報に記載のように、赤、緑、青の順にギャップ厚が小さくなるように変化させて、どの色に対しても電圧加印時の透過率を最小限におさえている。又、特

開昭63-291031号公報に記載されている例では、一つの表示画面内で保護層に段差を形成し、三層のギャップ厚を設けることにより、色の違いによる透過率の差を小さくしている。

〔発明が解決しようとする課題〕

前述の例は、色の違いによる液晶セルの光の透過率の差を小さくし、黒色表示時の色つぎをなくすのに有効である。本発明者らは、色の違いによる光の透過率の差を小さくするための方法として、前述の方法よりさらに簡単な方法を提供する。

本発明の目的は、液晶セルのカラー表示において黒色表示時の色つぎを最小にすることである。

〔課題を解決するための手段〕

上記課題は、液晶セルの一つの表示画面において二層以上のギャップ厚の異なる部分を形成することにより達成できる。更に、本発明の効果を示せば以下の通りである。

- (1) 液晶セル内の、液晶の占める部分のギャップ厚を一つの表示画面につき二層以上設え、それぞれの表示画面内におけるギャップ厚の異なる

特開平3-245122 (2)

る部分の面積の比を、表示画素の色ごとに變化させた液晶表示素子。

(2) 液晶セルの表示画素の色が、赤、緑、青の三原色の組合、ギャップ厚を二重層設定し、ギャップ厚の大きい部分の面積の比を、赤>緑>青の順とした液晶表示素子。

更に、本発明で、ギャップ厚とは、通過光が通る液晶の部分の長さのことを示す。ただし、液晶層の厚さを固定するスペーサがある場合、その中通る距離も含む。

又、あるギャップ厚を持つた部分の面積とは、ある一つの表示画素内の、指定のギャップ厚の液晶あるいはスペーサを通過し、実際に表示される光が、保護層を通過する距離を示す。

〔作用〕

液晶の透過率 $T$ は次式で示される。

$$T = \frac{\sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} (1 + X)^{\frac{1}{2}} \right\}}{(1 + X^2)} \quad \dots (1)$$

$$X = \frac{2 \Delta n d}{\lambda} \quad \dots (2)$$

ここで、 $\Delta n$ は液晶の屈折率異方性、 $d$ は液晶セルのギャップ厚、 $\lambda$ は通過光の波長である。

$\Delta n$ はほとんど波長依存がないため、透過率 $T$ は $\lambda$ と $d$ の値によつて決まる。ここで一つの表示画素におけるギャップ厚を複数種( $n$ 種類)設け、それぞれ $d_i$  ( $i=1, n$ )とし、それぞれの面積の一画素全体の面積に対する比を $a_i$  ( $i=1, n$ )とすると、一画素の平均の透過率は次式で表せる。

$$T = \sum_{i=1}^n \frac{a_i \sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} (1 + X_i^2)^{\frac{1}{2}} \right\}}{(1 + X_i^2)} \quad \dots (3)$$

$$X_i = \frac{2 \Delta n d_i}{\lambda} \quad \dots (4)$$

上式で $\lambda$ が異なると、 $T$ の値も變化するが、適当な $a_i$ の組を選ぶことにより、最適な透過率を選ぶ事が可能となる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図および第2図

により説明する。

第1図に、ツイステッド・ネマティック型液晶カラー表示装置の液晶表示素子を示す。偏光板1、ガラス基板2、透明電極4、保護層7、配向膜5、カラーフィルタ(赤)31、(緑)32、(青)33を、第1図の順に配置し、その間の空間に、ネマティック型液晶を注入する。保護層は、段差が形成されており、一つの表示画素を、 $d_1$ と $d_2$ の二つのギャップ厚の部分に分けている。ギャップ厚の厚い部分の面積の、一つの画素に対する割合を $a$ とすると、カラーフィルタ(赤)の画素では、 $a_R$ 、緑は $a_G$ 、青は $a_B$ と色ごとに $a$ を變化させており、 $a_R > a_G > a_B$ という関係になっている。偏光板の偏光方向は同一方向に配置しており、配向膜5は上と下で、配向の方向が、 $90^\circ$ 、あるいは、それ以上の角度を成すように設定している。

透明電極間に電圧を印加させた状態で、透過率は最大となり、電圧を無印加にすると、透過率は最小となる。しかし、透過率は、式(1)、(2)で示したように、波長に依存する。第2図に透過率 $T$

と $\Delta n d$  ( $\Delta n$ :液晶の屈折率異方性、 $d$ :液晶セルのギャップ厚)の關係を示す。 $\lambda$ が異なると $T$ が零となる $\Delta n d$ も異なる事がわかる。 $\Delta n$ は定数であるのである波長 $\lambda$ の光の透過率 $T$ はギャップ厚 $d$ に依存することがわかる。ギャップ厚に段差を設けず一重層にギャップ厚にした場合の波長ごとの透過率を表1に示す。

## 特開平3-245122 (3)

波長 $\lambda$ (nm)	透過率 T (%)		$T_{\max} - T_{\min}$ 最大値と最小値の差
	赤 ( $\lambda = 0.61 \mu\text{m}$ )	緑 ( $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$ )	
$\Delta nd$	0.440	0.465	0.502
	4.56	2.26	0.36
	0.61	2.26	5.13
			3.75
			2.20
			4.77

表 1

を第3図に示す。まず  $\Delta nd$  によって決まる透過率  $T$  の上限値を決める。上限値を1%とすると第3図に示す緑線のより下の部分が許容範囲となる。この場合、青色では、 $0.374 \leq \Delta nd \leq 0.444$ 、緑色では  $0.438 \leq \Delta nd \leq 0.518$ 、赤色では  $0.486 \leq \Delta nd \leq 0.578$  となる。この範囲で、 $d_1$ 、 $d_2$  の二種類のギャップ厚は第3図に示す  $H_a$  と  $H_b$  の重なる範囲、及び  $H_c$  と  $H_a$  の重なる範囲の  $\Delta nd$  に対応する必要がある。なぜならば、赤・緑・青の各画素について透過率の平均値が1%以下であるためには、赤・緑・青の波長に対して、 $d_1$ 、 $d_2$  のどちらかが透過率が1%以下の必要があるからである。上限値を1%とした時、上に述べた事から、 $\Delta nd_1$ 、 $\Delta nd_2$  の範囲は  $0.486 \leq \Delta nd_1 \leq 0.518$ 、 $0.438 \leq \Delta nd_2 \leq 0.444$  となる。透過率の上限値を0.84%とした時、第3図の緑線の中で示す様に、 $H_a$  と  $H_c$  の重なる範囲は  $\Delta nd = 0.4408$  の一点のみとなり、これ以上、上限値を下げることはできない。そこで、 $\Delta nd_2 = 0.44$  と決める。

図1に示す様にギャップ厚が一つの場合、透過率が波長によって異なり、透過率の大きい波長によって色付現象が起る。

一方、第1図における  $d_1$ 、 $d_2$  を、 $\Delta nd_1 = 0.440$ 、 $\Delta nd_2 = 0.502$  となるように設定し、第1図に示す  $\alpha_n$ 、 $\alpha_o$ 、 $\alpha_s$  を表2に示す値を選ぶと、各画素の透過率は表2に示す様に、赤は0.828%、緑は0.803%、青は0.814%となり、最大値と最小値の差は0.022%になる。この値は一種類のギャップ厚の場合に比べ、百分の一であり黒色表示時の色付現象を非常に小さく抑えることができる。

表 2

	$\alpha (\Delta nd_1 = 0.502)$	透過率 T (%)
赤 ( $\lambda = 0.61 \mu\text{m}$ )	$\alpha_n = 0.88$	0.828
緑 ( $\lambda = 0.55 \mu\text{m}$ )	$\alpha_o = 0.15$	0.803
青 ( $\lambda = 0.47 \mu\text{m}$ )	$\alpha_s = 0.0$	0.814

$\Delta nd_1$ 、 $\Delta nd_2$ 、 $\alpha_n$ 、 $\alpha_o$ 、 $\alpha_s$  は次に述べる方法で決定する。第2図の一部を拡大したもの

$\Delta nd_1$  の範囲は、上限値が0.84%の時の  $H_a$  と  $H_b$  の重なる範囲とし、計算した結果、 $0.489 \leq \Delta nd_1 \leq 0.515$  となった。式(3)の中の  $\Delta nd_2$ 、 $\lambda$  は決定しているので一面素の平均の透過率  $T$  は  $\alpha$  と  $d_1$  の関数と考えられ、次式のようにおける。

$$T = \frac{\alpha \sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} \left[ 1 + \left( \frac{2 \Delta nd_1}{\lambda} \right)^2 \right] \right\}}{\left\{ 1 + \left( \frac{2 \Delta nd_1}{\lambda} \right)^2 \right\}} + \frac{(1 - \alpha) \sin^2 \left\{ \frac{\pi}{2} \left[ 1 + \left( \frac{2 \Delta nd_2}{\lambda} \right)^2 \right] \right\}}{\left\{ 1 + \left( \frac{2 \Delta nd_2}{\lambda} \right)^2 \right\}}$$

$$= f(\alpha, d_1) \quad \dots (5)$$

青色の場合、 $T_b = f(\alpha_s, d_1)$  は、 $\Delta nd_1$  の範囲では  $\alpha_s = 0$  の時、最小値0.814%となるので、 $\alpha_s = 0$  に決定する。黒色表示時の色付現象をなくすためには、他の  $T_n$ 、 $T_o$  が  $T_b$  に近い程度良いので、

# 特開平3-245122 (4)

$$T_x = f(\alpha_x, d_1) = 0.814$$

$$T_y = f(\alpha_y, d_1) = 0.814$$

となる。 $\alpha_x, \alpha_y, d_1$  ( $0.489 \leq \Delta n d_1 \leq 0.515$ ) を求める。この場合、簡便な方法として、 $\Delta n d_1$  の値として、第3図に示すグラフの緑と赤のグラフの交点となる値を選んだ。このようにして求まった値を図2に示す。

第4図に保護膜の形状の別の例を示す。第1図に示した例は、設置が一つであるが、第4図の様に、設置を増やしても、ギャップ厚の厚い部分と薄い部分の面積の比が、第1図に示した場合と同じである限り、同等の効果をえられる。一つの画面内の設置の間隔は、第4図に示す様に必ずしも規則的である必要はない。

(発明の効果)

本発明によれば、カラー表示用液晶セルの一つの画面におけるギャップ厚を二種類以上設け、ギャップ厚の異なる部分の面積の一面系全体の面積に対する比を画面の色ごとに調整し、画面の色ごとの透過率の差を最小にし、異色表示時の色付現

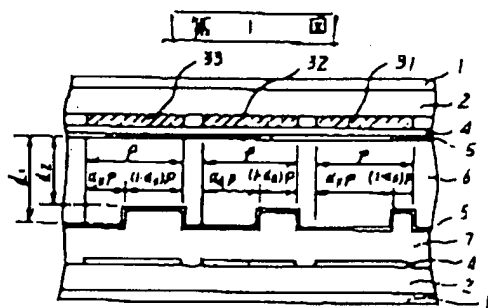
象を抑えることができる。

## 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例である液晶カラー表示装置の最小単位部の縦断面図。第2図は透過率  $T$  と  $\Delta n d$  の関係を、三種類の波長(赤、緑、青)についてグラフ化した説明図。第3図は第1図の一部を拡大した説明図。第4図は本発明の他の実施例である液晶カラー表示装置の最小単位部の縦断面図である。

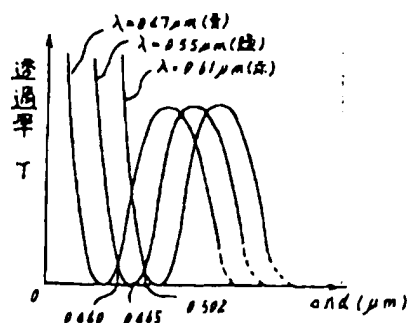
1…偏光板、2…ガラス基板、4…透明電極、5…配向膜、6…液晶、7…保護膜、31…カラーフィルタ(赤)、32…カラーフィルタ(緑)、33…カラーフィルタ(青)。

代理人 弁理士 小川勝男

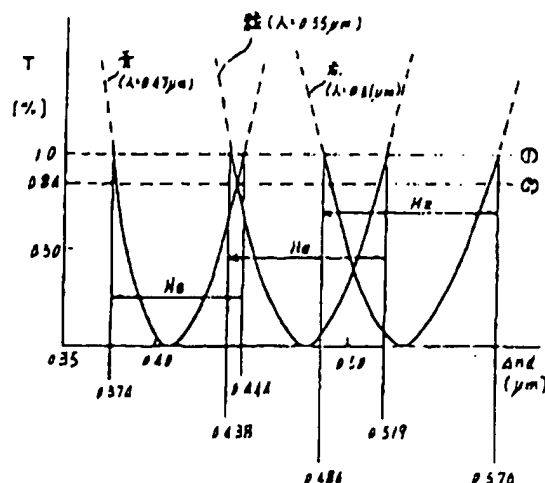


- 1…偏光板
- 2…ガラス基板
- 4…透明電極
- 5…配向膜
- 6…液晶
- 7…保護膜
- 31…赤フィルタ(赤)
- 32…緑フィルタ(緑)
- 33…青フィルタ(青)

第2図

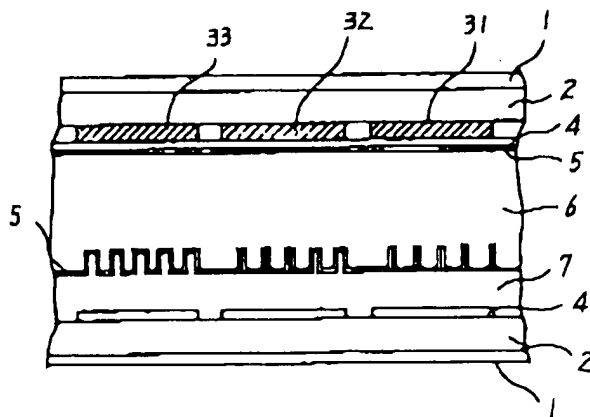


第3図



特開平3-245122 (5)

第 4 図



第 1 頁の続き

⑤Int. Cl.<sup>8</sup>

G 09 F 9/35

識別記号

3 4 5

庁内整理番号

8621-5G

⑫発明者	斎藤	直人	茨城県土浦市神立町502番地	株式会社日立製作所機械研 究所内
⑬発明者	太田	裕之	茨城県土浦市神立町502番地	株式会社日立製作所機械研 究所内
⑭発明者	松本	信三	千葉県茂原市早野3300番地	株式会社日立製作所茂原工場 内
⑮発明者	大井田	淳	千葉県茂原市早野3300番地	株式会社日立製作所茂原工場 内